

## Ejercicio 1

# Amplificadores de instrumentación

### 1.1 Introducción

A modo de delimitar un marco teórico y notacional a partir del cual se presentarán con mayor claridad y precisión los términos técnicos presentados a continuación, se procede a definir las dos entradas genéricas  $V_1$  y  $V_2$  de un circuito de tipo MISO (multiple inputs, single output) como:

$$\begin{cases} V_1 = V_{CM} + V_{DM1} \\ V_2 = V_{CM} + V_{DM2} \end{cases} \quad (1.1)$$

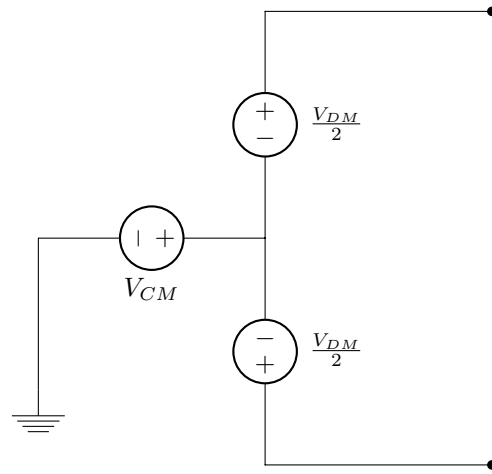
donde  $V_{CM}$  es la tensión de modo común, es decir, la componente compartida por las dos señales  $V_1$  y  $V_2$ , y  $V_{DMi}$  es la tensión diferencial o la componente única/diferente de la tensión  $i$ , con  $i = 1; 2$ .

Nótese que tanto  $V_{CM}$  como  $V_{DMi}$  pueden ser nulas o no dependiendo de las señales  $V_1$  y  $V_2$  y de la relación existente entre ellas.

En particular, cuando la señal  $V_1$  y  $V_2$  comparten el mismo canal de transmisión se podrá decir que las señales comparten el ruido proveniente del canal y por lo tanto  $V_{CM}$  será una variable aleatoria de distribución de probabilidad acorde, a determinar. Además, aquellas señales que estén montadas sobre tensiones continuas también tendrán una componente continua común.

Debe también hacerse notar el hecho de que  $V_1 - V_2 = V_{DM1} - V_{DM2}$ , por lo que el modo común se verá eliminado al restar las dos señales de input.

De aquí se desprende la notación a utilizar para el modo diferencial:  $V_{DM} = V_{DM1} - V_{DM2}$



Una vez establecida la notación anterior, procedemos a definir los siguientes términos:

- Un amplificador diferencial es un circuito cuya función será atenuar significativamente el modo común (idealmente eliminarlo) de las dos entradas y amplificar el modo diferencial de las mismas, realizando la diferencia entre las dos señales.

En efecto, teniendo en cuenta la linealidad del sistema o circuito, se puede tratar al efecto sobre las entradas por superposición, por lo que definiendo a la ganancia del modo común a la salida del circuito como  $A_{CM}$  y a la del modo diferencial como  $A_{DM}$ , si  $H$  es el efecto del sis-

Agregar el  
circuito!  
con cir-  
cuitkz!!

tema sobre las entradas, entonces  $H(V_1; V_2) = A_{DM} * V_{DM} + A_{CM} * V_{CM}$

A continuación se presenta un modelo típico de un amplificador de diferencias.

- El CMRR se define como la relación entre la ganancia del modo diferencial y el modo común, de forma tal que  $CMRR = \frac{A_{CM}}{A_{DM}}$ . El mismo puede ser expresado en decibels como  $CMRR_{dB} = 20 \cdot \log_{10} \left( \frac{A_{CM}}{A_{DM}} \right)$ .

La definición presentada anteriormente debe ser entendida entonces como una medida de cuánto prevalecerá el modo diferencial por sobre el modo común, es decir, permitirá cuantificar qué tan "bueno" es el amplificador diferencial: Cuanto mayor el CMRR, mejor cumple su función el amplificador diferencial. Así, un amplificador diferencial ideal tendrá un CMRR infinito.

- Un amplificador de instrumentación es un amplificador diferencial que cumple con las siguientes condiciones:
  1. Impedancia de entrada muy grande (idealmente infinita) tanto para el modo diferencial como para el común.
  2. Impedancia de salida muy baja (idealmente nula).
  3. Ganancia estable y precisa.
  4. Un CMRR extremadamente grande.

Cabe destacar que si un amplificador de instrumentación utilizara el modelo de amplificador diferencial presentado anteriormente, las impedancia de entrada del circuito sería finita y en consecuencia se cargaría el resto del circuito. Esto resultaría en un deterioro de las señales de entrada, perdiéndose la tensión ideal que estas proveerían. Es así como se degradaría el CMRR, ya que el modo común conformado por el ruido no sufriría pérdida mientras la señal diferencial sí lo haría.

Para solucionar este problema, se inserta un buffer en cada entrada, con una impedancia de

entrada resultante infinita idealmente que no deterioraría la señal de entrada.

En este trabajo se justificará el uso del diseño de un amplificador instrumental propuesto por la cátedra, al cual se le asignará valores específicos para los componentes, justificando también la elección de dichos valores y analizando su comportamiento, intentando corroborar la relación de lo teórico y simulado con lo práctico.

## 1.2 Diseño del amplificador de instrumentación